



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 729 162 A1

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
28.08.1996 Bulletin 1996/35

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H01H 1/02

(21) Numéro de dépôt: 96400406.3

(22) Date de dépôt: 26.02.1996

(84) Etats contractants désignés:  
CH DE ES FR GB IT LI

(30) Priorité: 27.02.1995 FR 9502343

(71) Demandeur: SCHNEIDER ELECTRIC SA  
F-92100 Boulogne-Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:  
• Francillon, Marie-Jo  
38500 La Buisse (FR)

• Gastaldin, Guy  
38340 Voreppe (FR)  
• Rival, Marc  
38730 Panissage (FR)  
• Rodriguez, Pascale  
Crolles (FR)

(74) Mandataire: Carias, Alain  
Schneider Electric SA,  
Service Propriété Industrielle,  
33 bis, avenue du Maréchal Joffre  
92000 Nanterre (FR)

(54) **Procédé de fabrication d'un matériau de contact électrique composite**

(57) Procédé de fabrication d'un matériau de contact électrique composite comprenant des fibres de carbone distribuées dans une matrice métallique.

Les fibres de carbone, de longueur moyenne initiale L1, sont soumises à un traitement mécanique de broyage (10) qui engendre des éléments de fibres broyées de longueur finale variable dont la valeur moyenne L2 est sensiblement inférieure à L1.

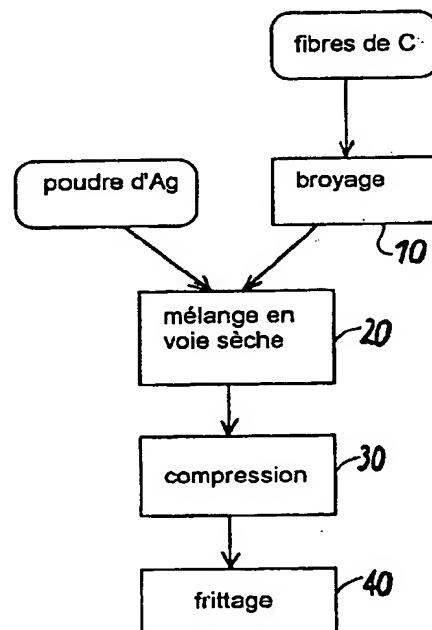


FIG.1

EP 0 729 162 A1

## Description

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un matériau de contact électrique composite, notamment approprié à des disjoncteurs, ce matériau étant à base de poudre d'un métal bon conducteur électrique tel que l'argent, le cuivre ou leurs composés, et comprenant des fibres de carbone réparties dans la matrice métallique. Elle concerne également le matériau obtenu par ce procédé.

De tels matériaux sont couramment utilisés pour réaliser des pastilles de contact dans des appareils électromécaniques tels que disjoncteurs ou interrupteurs. Le carbone ou graphite présent dans la matrice métallique a pour fonction première de réduire le risque de soudure des contacts. Toutefois, la présence du graphite entraîne une érosion mécanique et/ou électrique accrue du matériau.

Lorsque le carbone est apporté sous forme de fibres - voir par exemple le document US-4 699 763 - la résistance à l'érosion est certes améliorée, mais cette amélioration est acquise au prix d'une altération du comportement du contact à la soudure. Les fibres de carbone sont mélangées à la poudre métallique avec apport d'agents mouillant, lubrifiant et solvant par voie humide, puis on effectue un séchage, une compression et un frittage. L'inconvénient d'un tel procédé est qu'il implique des complications inhérentes à un processus conduit en voie humide.

Pour trouver un compromis acceptable entre le comportement du matériau à l'érosion et son comportement antisoudure, il est proposé d'après le document DE-41 11 683 de mélanger des particules de graphite à des fibres de carbone, ce mélange étant incorporé à la poudre métallique. Par l'apport hybride ainsi réalisé dans la matrice métallique, on peut obtenir des comportements du matériau à l'érosion et à la soudure intermédiaires entre ceux qu'il aurait montrés avec apport de particules de graphite seules ou apport de fibres de carbone seules. Mais il s'avère que, sous de fortes sollicitations et en particulier sous courant de court-circuit, les particules de graphite, de par leur parfaite structure cristalline, montrent une tendance à être expulsées de la surface du matériau ; cette expulsion détériore la surface du matériau d'une manière telle que les fibres de carbone en sont également expulsées à leur tour. Il en résulte un enrichissement de la surface en argent et donc une altération des qualités initialement recherchées par l'apport de graphite.

Dans le document EP-171 339 est décrit un procédé de fabrication de contacts électriques par imprégnation d'un substrat de fibres de carbone par un métal liquide sous pression, puis par filage à chaud du mélange ainsi obtenu. Les fibres de carbone sont sectionnées au cours du filage en filament orientés dans la direction de filage et ayant l'inconvénient de présenter une longueur comprise entre 15  $\mu\text{m}$  et 150  $\mu\text{m}$ , c'est-à-dire une longueur moyenne nettement supérieure à 50

$\mu\text{m}$ . On constate que les contacts résultants montrent une trop forte propension au soudage.

L'invention a donc pour but d'éviter les inconvénients décrits et de permettre de réaliser de manière simple un matériau de contact composite métalcarbone à structure fine, homogène et isotrope appropriée à l'application dans des disjoncteurs, ce matériau montrant une bonne résistance à l'érosion à la fois sous courant nominal et sous courant de court-circuit, ainsi qu'un comportement antisoudure satisfaisant et une résistance de contact faible et stable.

Selon l'invention, dans le procédé décrit en préambule,

- 15 - les fibres de carbone, dont la longueur initiale a une valeur moyenne prédéterminée, subissent un traitement mécanique d'attrition ou de broyage,
- les conditions de broyage sont déterminées de manière à engendrer des résidus de fibres de carbone broyées dont la longueur finale est répartie statistiquement de manière prédéterminée autour d'une valeur moyenne significativement inférieure à la valeur moyenne initiale,
- 20 - le mélange des résidus de fibres broyées à la poudre métallique est tel qu'ils sont distribués de manière isotrope dans le matériau.

Dans le matériau ainsi obtenu, le carbone est donc exclusivement présent sous forme de résidus de fibres de carbone courtes, dont la répartition statistique de longueur est centrée sur la valeur moyenne finale précitée, et qui sont distribués de manière homogène dans la matrice métallique. Le matériau montre un bon comportement antisoudure et une résistance de contact faible et stable, en même temps que, grâce à la structure semi-cristalline propre à l'ensemble des éléments carbonés insérés dans la matrice métallique, une faible érosion sous courant nominal ou sous courant de court-circuit. Le compromis entre ces qualités est déterminé entre autres par le choix de la longueur moyenne finale des résidus de fibres, de préférence entre 5  $\mu\text{m}$  et 20  $\mu\text{m}$ .

Les avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui suit d'exemples de réalisation, en regard des dessins annexés.

- La figure 1 est un diagramme illustrant les différentes étapes du procédé selon l'invention.
- La figure 2 en illustre une variante.
- 50 - La figure 3 montre la répartition statistique des longueurs de fibres de carbone avant et après broyage.
- La figure 4 est une micrographie de la surface du matériau après coupure sous courant de court-circuit.

Dans le mode de réalisation du procédé qui est illustré sur la figure 1, on choisit des fibres de carbone disponibles dans le commerce, de longueur moyenne

L1 comprise entre environ 100  $\mu\text{m}$  et 800  $\mu\text{m}$ , et livrées avec un faible écart-type, et de diamètre compris entre 4 et 20  $\mu\text{m}$ . Ces fibres subissent un traitement mécanique à froid et à sec 10 dans un broyeur à boulets, un broyeur planétaire ou un broyeur à jets d'air opposés ; les conditions d'intensité et de durée du broyage permettent d'obtenir des fibres dont la longueur est répartie statistiquement autour d'une valeur moyenne très inférieure à la valeur moyenne initiale et avec un écart-type supérieur à l'écart-type initial, puis sont ajoutées en proportion pondérale d'environ 2 à 5% en poids à la poudre métallique. Cette poudre est essentiellement une poudre d'argent, ou de cuivre, ou de leurs alliages, de granulométrie usuelle, avec éventuellement des éléments d'addition tels que du nickel, tungstène, nitrure de titane, carbure de tungstène ou d'autres éléments analogues. Le mélange de la poudre de métal aux fibres de carbone broyées s'effectue en voie sèche dans un mélangeur mécanique à pales dans l'étape 20 jusqu'à obtention d'un mélange homogène, qui subit ensuite une compression unitaire 30, puis un frittage 40, de manière à obtenir une structure de matériau isotrope.

Dans le mode de réalisation illustré figure 2, les fibres de carbone du commerce sont mélangées directement à froid et à sec à la poudre métallique dans une étape de mécanosynthèse 21, par exemple dans un broyeur à boulets ou un broyeur planétaire, telle que le broyage précité des fibres s'effectue de manière concomitante au mélange avec la poudre métallique. Le mélange homogène subit alors comme précédemment une compression unitaire 30 et un frittage 40.

On obtient ainsi à partir de fibres dont la longueur initiale L1 est de 100  $\mu\text{m}$  à 800  $\mu\text{m}$  (voir figure 3) des répartitions gaussiennes de résidus de fibres de longueurs différentes, selon une répartition unimodale de valeur moyenne L2 inférieure à 20  $\mu\text{m}$ .

Exemple : les fibres de graphite, de longueur moyenne initiale 300  $\mu\text{m}$ , subissent une attrition dans un broyeur à boulets jusqu'à obtention de résidus de fibres d'une longueur moyenne inférieure à 20  $\mu\text{m}$  et sont mélangées en proportion pondérale de 2 à 5% avec de la poudre d'argent. La soudabilité du matériau final obtenu est excellente et son érosion en endurance électrique est très faible. La figure 4 montre à l'échelle 280 une micrographie de la surface du matériau après un essai de coupure de 12 kA sous 250 V ; on constate que la surface de contact garde après coupure sous courant de court-circuit sa structure fine, homogène et isotrope de résidus de fibres 50 de longueur variable et d'orientation quelconque dans la matrice d'argent 51.

Par son comportement en court-circuit, le matériau décrit est particulièrement approprié à être utilisé dans des disjoncteurs.

composés, par mélange de fibres de carbone à la poudre métallique, puis compression du mélange et frittage,

caractérisé par le fait que :

- les fibres de carbone, dont la longueur initiale a une valeur moyenne prédéterminée (L1), sont soumises à un traitement mécanique de broyage dans un broyeur,
- les conditions de broyage sont déterminées de manière à engendrer des résidus de fibres broyées dont la longueur finale est répartie autour d'une valeur moyenne (L2) significativement inférieure à la valeur moyenne initiale (L1),
- le mélange des résidus de fibres broyées à la poudre métallique est tel qu'ils sont distribués de manière isotrope dans le matériau.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la longueur initiale moyenne (L1) des fibres de carbone est comprise entre environ 100  $\mu\text{m}$  et environ 800  $\mu\text{m}$  et que la longueur moyenne finale (L2) des résidus de fibres de carbone broyées est inférieure à environ 20  $\mu\text{m}$ .

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le mélange des fibres de carbone avec la poudre métallique est effectué à sec.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le broyage des fibres de carbone est effectué avant leur mélange à la poudre métallique.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le broyage des fibres de carbone est effectué de manière concomitante au mélange avec la poudre métallique par mécanosynthèse.

6. Matériau de contact obtenu par le procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'il comprend des résidus de fibres carbone de structure semi-cristalline broyées, distribuées de manière homogène dans la matrice métallique.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un matériau de contact électrique à base d'une poudre de métal bon conducteur électrique tel que l'argent, le cuivre ou leurs

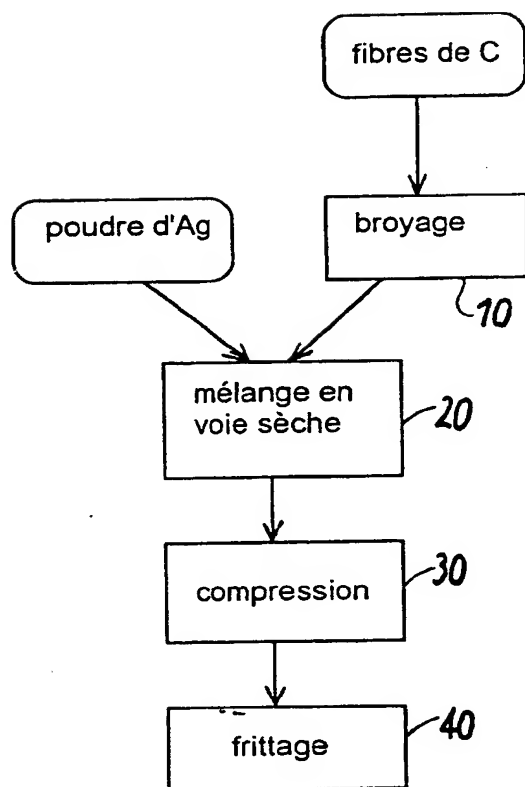


FIG.1

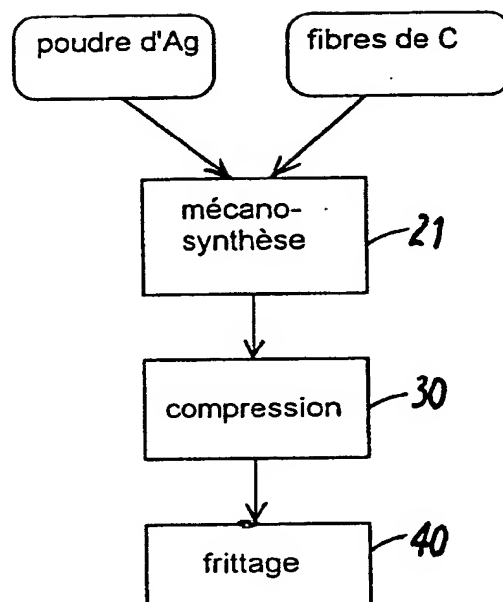


FIG.2

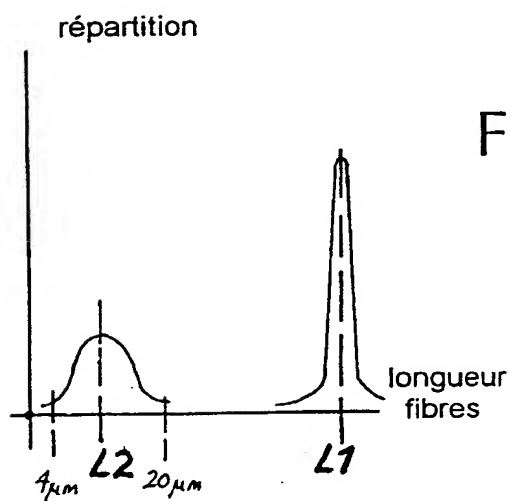
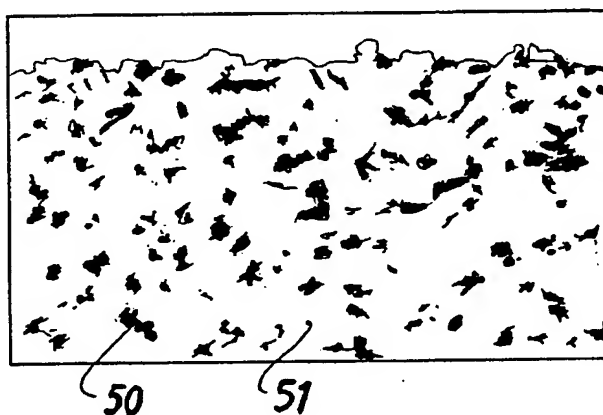


FIG.3

FIG.4





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 96 40 0406

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X,D	EP-A-0 171 339 (LE CARBONE LORRAINE) * page 2, ligne 34 - page 3, ligne 9; revendications 1-4 *	1,6	H01H1/02
A	WO-A-92 18995 (DODUCO) * page 4, ligne 13 - ligne 23 *	1	
D	& DE-A-41 11 683		
D,A	US-A-4 699 763 (SINHAROV) * revendications 1,3-5 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 176 (C-498), 25 Mai 1988 & JP-A-62 284031 (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD09-12-1987) * abrégé *	1,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 3 Mai 1996	Examineur Weihs, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 01/92 (P04/03/92)

THIS PAGE BLANK (USPTO)